

## Heat sink for an electronic component especially ceramic circuit board

Veröffentlichungsnr. (Sek.) DE19730865  
Veröffentlichungsdatum : 1999-02-18  
Erfinder : GRAUVOGEL ULRICH DIPL ING (DE)  
Anmelder : GRAUVOGEL ULRICH DIPL ING (DE)  
Veröffentlichungsnummer : ☐ DE19730865  
Aktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19971030865 19970718  
Prioritätsaktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19971030865 19970718  
Klassifikationssymbol (IPC) : H05K7/20  
Klassifikationssymbol (EC) : H05K7/20E  
Korrespondierende Patentschriften

---

### Bibliographische Daten

---

A heat sink for an electronic component consists of a composite material based on aluminium or an aluminium alloy containing further material particles or fibers for matching the thermal expansion coefficients or thermal expansion properties of the heat sink and the element to be cooled. An Independent claim is also included for an electronic component consisting of a circuit board adhesively bonded or soldered to the above heat sink. Preferred Features: The further material consists of ceramic (especially silicon carbide), plastic or carbon particles or fibers.

---

Daten aus der esp@cenet Datenbank - - I2



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 197 30 865 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
H 05 K 7/20

04  
DE 197 30 865 A 1

21 Aktenzeichen: 197 30 865.1  
22 Anmeldetag: 18. 7. 97  
43 Offenlegungstag: 18. 2. 99

71 Anmelder:  
Grauvogel, Ulrich, Dipl.-Ing., 90475 Nürnberg, DE  
  
74 Vertreter:  
Jaeschke, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 22851  
Norderstedt

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

56 Entgegenhaltungen:  
DE 35 46 148 C2  
DE 1 95 05 724 A1  
DE 43 05 793 A1  
DE 41 00 145 A1  
DE 40 30 532 A1  
DE 32 04 231 A1  
US 33 99 332

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Kühlkörper für elektronische Bauelemente

57 Die Erfindung betrifft einen Kühlkörper aus einem Aluminiumwerkstoff für elektronische Bauelemente, insbesondere Leiterplatten aus Keramikwerkstoffen, der mittelbar oder unmittelbar in Kontakt mit dem zu kühlenden Element steht. Gemäß der Erfindung wird vorgeschlagen, daß der Kühlkörper aus einem Verbundwerkstoff auf der Basis von Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht und wenigstens einen weiteren partikelförmigen oder faserförmigen Verbundstoff aufweist, um den Wärmeausdehnungskoeffizient bzw. das Wärmeausdehnungsverhalten des Kühlkörpers an den Wärmeausdehnungskoeffizienten bzw. Wärmeausdehnungsverhalten des zu kühlenden Elementes zumindest näherungsweise anzupassen. Dadurch ist es möglich, auch großflächige Leiterplatten durch einen weitgehend gestaltungsfreien, metallischen Kühlkörper aus Aluminiumwerkstoff zu kühlen.

DE 197 30 865 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Kühlkörper aus einem Aluminiumwerkstoff für elektronische Bauelemente, der mittelbar oder unmittelbar in Kontakt mit dem zu kühlenden Element steht. Unter einem elektronischen Bauelement sollen im folgenden solche elektronischen und/oder elektrischen Bauteile verstanden werden, die einer Kühlung durch Wärmeableitung aus den temperaturempfindlichen Bereichen bedürfen. Insbesondere betrifft die Erfindung einen Kühlkörper für elektronische Leiterplatten aus Keramikwerkstoffen. Im folgenden wird überwiegend von einem elektronischen Bauelement gesprochen, ohne daß damit eine Beschränkung verbunden sein soll.

Kühlkörper der eingangs beschriebenen Art dienen in elektronischen Geräten zur Abführung von Verlustwärme, die während des Betriebes insbesondere von Leistungselektronik entsteht. In der Regel ist die Anordnung so getroffen, daß das zu kühlende Element in mittelbarem oder unmittelbarem Kontakt mit einer Oberfläche des Kühlkörpers steht, so daß eine Wärmeübertragung von dem Element in den Kühlkörper erfolgt. Häufig weist der Kühlkörper eine große Oberfläche in Form von Rippen oder dergleichen auf, um seinerseits eine gute Wärmeabgabe an die Umgebung zu bewirken. Da der Kühlkörper zudem eine relativ hohe Stabilität aufweist, wird er in vielen Fällen gleichzeitig als Träger- und Montageeinheit benutzt.

Der Kühlkörper besteht meistens aus einem metallischen Werkstoff, beispielsweise aus einer Aluminiumlegierung oder einem Werkstoff auf Kupferbasis. Aluminiumwerkstoffe haben den Vorteil, daß sie leicht sind und sich nahezu beliebig bearbeiten und umformen, beispielsweise gießen oder strangpressen, lassen. Dadurch wird die Anwendungsvielfalt erhöht. Kupferwerkstoffe weisen hingegen grundsätzlich die bessere Wärmeleitfähigkeit auf.

Das zu kühlende Element wird auf den Kühlkörper gelötet oder geklebt. Zum Lötten wird ein besonderes spaltfüllendes Lot verwendet. Als Kleber findet hier ein spezieller Wärmeleitkleber Anwendung. Beide Maßnahmen führen dazu, daß das elektronische Element, die Leiterplatte oder dergleichen im wesentlichen voll flächig fest mit dem Kühlkörper verbunden ist, so daß eine Wärmeübertragung erfolgen kann.

Bei einer solchen Anordnung besteht ein Nachteil darin, daß das elektronische Bauelement einerseits und der Kühlkörper andererseits unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten und somit unterschiedliche Wärmeausdehnungsverhalten aufweisen. Der metallische Kühlkörper, der aus einem Nichteisenwerkstoff wie einer Aluminiumwerkstoff besteht, besitzt nämlich in der Regel einen wesentlich höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten als das zu kühlende Element.

Dies hat zur Folge, daß sich die Bauteile aufgrund von Temperaturschwankungen unterschiedlich ausdehnen werden. Es ist offensichtlich, daß hierbei wegen der gewünschten und thermisch erforderlichen festen vollflächigen Verbindung Schubspannungen entstehen, die schädlos aufgenommen werden müssen. Dieses Problem besteht insbesondere bei großflächigen Leiterplatten, da bei größer werdenden absoluten Abmessungen der Bauelemente auch die Ausdehnungen aufgrund von Temperaturschwankungen zunehmen.

Die Schubspannungen können zu einem Bruch der Leiterplatte, des Lotes oder zu einem Riß in der Kleberschicht führen. Diese Vorfälle verursachen meistens ein Versagen der gesamten Anordnung. Insbesondere Leiterplatten aus Keramik sind dabei gegenüber solchen Schubspannungen besonders empfindlich.

Grundsätzlich besteht zwar die Möglichkeit, eine dickere, elastische Kleberschicht aufzutragen. Die Kleberschicht weist jedoch häufig nicht die erforderlichen Wärmeleitfähigkeiten auf, so daß nicht genügend Wärme abgeführt werden kann. Dies führt zu einer Begrenzung der aufnehmbaren Verlustwärme und somit zur Einschränkung in bezug auf die packungsdichte der Leiterplatte. Alles in allem ist durch die unterschiedlichen Wärmeausdehnungsverhalten der möglichen Temperaturbereich, in dem das elektronische Bauteil eingesetzt werden kann, und/oder die Größe eines einzelnen zu kühlenden Elementes beschränkt.

Weiterhin ist es bekannt, spezielle Kupferwerkstoffe, beispielsweise CuFe<sub>2</sub>, einzusetzen. Diese Werkstoffe können zwar das gewünschte Wärmeausdehnungsverhalten aufweisen, sind jedoch wesentlich schwerer und teurer als beispielsweise Aluminiumwerkstoffe. Auch lassen sich solche Kupferlegierungen nicht beliebig bearbeiten und nicht wie gestaltungsvariabler Aluminiumwerkstoffurformen, so daß den Anwendungsmöglichkeiten Grenzen gesetzt sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kühlkörper der eingangs geschilderten Art aus einem Aluminiumwerkstoff so zu verbessern, daß eine Kühlung auch von großflächigen elektronischen Bauelementen, insbesondere von Keramikleiterplatten, auch über einen großen Temperaturbereich möglich ist.

Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß der Kühlkörper aus einem Verbundwerkstoff auf der Basis von Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht und wenigstens einen weiteren partikelförmigen oder faserförmigen Verbundstoff aufweist, um den Wärmeausdehnungskoeffizient bzw. das Wärmeausdehnungsverhalten des Kühlkörpers an den Wärmeausdehnungskoeffizienten bzw. das Wärmeausdehnungsverhalten des zu kühlenden Elementes zumindest näherungsweise anzupassen. Es hat sich in überraschender Weise gezeigt, daß durch die Zugabe solcher Verbundstoffe in Aluminium oder in eine Aluminiumlegierung nicht nur die mechanischen sondern auch die wärmetechnischen Eigenschaften verändert werden können. Insbesondere ist es möglich, durch gezielte Zugabe von Verbundstoffen den Wärmeausdehnungskoeffizienten des metallischen Werkstoffes zu verringern, ohne daß die Wärmeübertragungs- und Wärmeleiteigenschaften wesentlich verändert, insbesondere für Kühlzwecke nicht oder nur unwesentlich verschlechtert werden.

Es kann beispielsweise vorgesehen werden, daß die Aluminiumlegierung eine Aluminiumdruckgußlegierung oder eine Aluminiumknetlegierung für das Strangpressverfahren ist. Der Anteil des weiteren Verbundstoffes kann bis zu 50,0 Gew.-% betragen. Häufig läßt sich der gewünschte Effekt in hinreichender Weise aber auch durch eine wesentlich geringere Zugabe des Verbundstoffes, beispielsweise lediglich 10,0–30,0 Gew.-%, erreichen.

Welcher Verbundstoff im einzelnen zugegeben wird, hängt insbesondere von dem einzustellenden Wärmeausdehnungskoeffizienten ab. Es kann vorgesehen werden, daß der weitere Verbundstoff Keramikpartikel und/oder Keramikfasern enthält. Auch kann es zweckmäßig sein, wenn der weitere Verbundstoff Kunststoffpartikel und/oder Kunststofffasern enthält. Ferner ist es möglich, daß der weitere Verbundstoff Carbonpartikel und/oder Carbonfasern enthält. Selbstverständlich können auch Mischungen dieser Stoffe als Verbundstoffe eingesetzt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß der weitere Verbundstoff Siliziumcarbid enthält. Der Anteil von Siliziumcarbid kann z. B. 5,0–50,0 Gew.-%, insbesondere 10,0–30,0 Gew.-%, betragen. Die Bereitstellung eines derartigen Verbundwerkstoffes ist ohne weiteres möglich, so daß der Herstellungsaufwand gering gehalten

werden kann.

Es ist grundsätzlich möglich, den Wärmeausdehnungskoeffizienten des Kühlkörpers für einen bestimmten Temperaturbereich nahezu exakt an den Wärmeausdehnungskoeffizienten der Elektronik anzupassen. Es hat jedoch sich gezeigt, daß eine exakte Übereinstimmung der jeweiligen Wärmeausdehnungskoeffizienten meistens nicht erforderlich ist, da stets eine geringe Elastizität vorhanden ist, die ausreicht, kleinere Differenzen in der Wärmedehnung schadlos auszugleichen.

Eine exakte Anpassung wird zudem in der Regel auch nicht möglich sein, da für unterschiedliche Materialien der Wärmeausdehnungskoeffizient in unterschiedlicher Weise von der tatsächlich herrschenden Temperatur abhängig ist. Vielmehr reicht es aus, den Wärmeausdehnungskoeffizient beziehungsweise das Wärmeausdehnungsverhalten für den gewünschten Temperaturbereich so aneinander anzupassen, daß die auftretenden Schubspannungen nicht mehr zu einem mechanischen Versagen des Bauelementes oder der Verbindungsschicht, also dem Lot oder dem Kleber, führen.

Durch die Erfindung kann erreicht werden, daß die Differenz der Wärmeausdehnungskoeffizienten in einem Temperaturbereich von  $-50^{\circ}\text{C}$  bis  $+150^{\circ}\text{C}$  nicht mehr bis weit über  $10 \times 10^{-6} \text{ 1/K}$  beträgt, wie es ohne die Zugabe des Verbundstoffes der Fall ist. Es ist möglich, daß die Differenz teilweise deutlich darunter liegt und beispielsweise nur noch  $2,0\text{--}8,0 \times 10^{-6} \text{ 1/K}$  beträgt. Es hat sich gezeigt, daß diese Differenz der Wärmeausdehnungskoeffizienten ausreichend klein ist, so daß auch relativ empfindliche keramische Leiterplatten großflächig auf einem Kühlkörper aufgebracht werden können. Der Temperaturbereich entspricht den Temperaturen, die beispielsweise in einem Motorenraum eines Kraftfahrzeugs auftreten können.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der schematischen Zeichnung und eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die einzige Figur der Zeichnung zeigt eine Schnitt durch einen elektronischen Bauteil.

Das dargestellte elektronische Bauteil weist eine Leiterplatte 11, beispielsweise aus einem Keramikwerkstoff auf. Die Leiterplatte 11 ist mittels einer Wärmeleitkleberschicht 12 auf einem Kühlkörper 13 vollflächig fest aufgebracht. Der Kühlkörper 13 besteht beispielsweise aus einer Aluminiumdruckgußlegierung. Die Wärmeleitkleberschicht 12 ist in der Zeichnung der Übersichtlichkeit halber überdimensional dargestellt.

Die durch die Kleberschicht 12 verbundenen Elemente weisen in der Regel einen unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten auf. Dies führt dazu, daß sich die Keramikleiterplatte 11 einerseits und der Kühlkörper 13 andererseits aufgrund von Temperaturschwankungen unterschiedlich ausdehnen und auch zusammenziehen. Dadurch werden in der gesamten Fläche Schubspannungen erzeugt. Solche Schubspannungen können zu Rissen 14 in der Kleberschicht 12 oder zu einem Bruch 15 der Leiterplatte 11 führen. In der Zeichnung sind diese Erscheinungen der Übersichtlichkeit halber gemeinsam dargestellt, wobei in der Regel lediglich eine dieser Erscheinungen auftreten wird. Ein solcher Bruch oder ein solcher Riß führen je nach Ort des Auftretens meistens zu einem völligen Versagen des gesamten Bauteils durch Bruch einer Leiterbahn auf der Leiterplatte oder durch Überhitzung infolge einer unterbrochener Wärmeleitkleberschicht 12.

Es soll für ein solches Bauteil in einem Temperaturbereich von  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $+120^{\circ}\text{C}$  eine Schaltung auf einer Leiterplatte aus einem Keramiksubstrat durch einen Kühlkörper gekühlt werden. Das Keramiksubstrat des Beispiels einschließlich der Passivierung, Bestückung und dergleichen weist einen Wärmeausdehnungskoeffizienten von etwa  $\alpha_{\text{th}}$

$= 10 \times 10^{-6} \text{ 1/K}$ . Für andere Keramiksubstrate und andere Bestückungen sind auch andere Wärmeausdehnungskoeffizienten möglich.

Als Werkstoff für den Kühlkörper wird eine herkömmliche Aluminiumdruckgußlegierung (GD- $\text{AlSi12}$ ) verwendet, die einen Wärmeausdehnungskoeffizienten von etwa  $\alpha_{\text{th}} = 20 \times 10^{-6} \text{ 1/K}$  aufweist. Etwa 1000 Temperaturzyklen führen zum Bruch der Keramik und zu einem Versagen des gesamten Bauteils.

Durch die homogene Zugabe von 20 Gew.-% Siliziumcarbid ( $\text{SiC}$ ) wurde der Wärmeausdehnungskoeffizient und das Wärmeausdehnungsverhalten des Werkstoffes GD- $\text{AlSi12}$  verändert. Der Wärmeausdehnungskoeffizient beträgt etwa  $\alpha_{\text{th}} = 17 \times 10^{-6} \text{ 1/K}$ . Es hat sich gezeigt, daß das Bauteil die erforderlichen Belastungen standhält.

Es ist offensichtlich, daß durch einen solchen Kühlkörper der Einsatzbereich von elektronischen Bauelementen weiter vergrößert werden kann. Insbesondere ist es nunmehr möglich, größere Schaltungen, die eine entsprechend große Verlustwärme erzeugen, einstückig auf einer Leiterplatte auszubilden und durch einen metallischen Kühlkörper zu kühlen.

Es ist nunmehr möglich, beispielsweise bestehende System durch solche Anordnungen zuverlässiger zu gestalten, da die Belastungsgrenzen nicht mehr ausgeschöpft zu werden brauchen. Auch ist es möglich, die Packungsdichte der elektronischen Bauelemente auf einer Leiterplatte zu vergrößern. Schließlich kann eine besonders gute Wärmeabführung erreicht werden, da der Verbundwerkstoff des Kühlkörpers relativ stark ist, so daß eine unelastischere Lötverbindung anstelle einer schlechter wärmeleitenden elastischen Klebverbindung durchgeführt werden kann.

#### Patentansprüche

1. Kühlkörper aus einem Aluminiumwerkstoff für elektronische Bauelemente, insbesondere für Leiterplatten aus Keramikwerkstoffen, der mittelbar oder unmittelbar in Kontakt mit dem zu kühlenden Element steht, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kühlkörper aus einem Verbundwerkstoff auf der Basis von Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht und wenigstens einen weiteren partikelförmigen oder faserförmigen Verbundstoff aufweist, um den Wärmeausdehnungskoeffizient bzw. das Wärmeausdehnungsverhalten des Kühlkörpers an den Wärmeausdehnungskoeffizienten bzw. das Wärmeausdehnungsverhalten des zu kühlenden Elementes zumindest näherungsweise anzupassen.
2. Kühlkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aluminiumlegierung eine Aluminiumdruckgußlegierung oder eine Aluminiumknetlegierung für das Strangpressverfahren ist.
3. Kühlkörper nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil des weiteren Verbundstoffes bis zu 50,0 Gew.-% beträgt.
4. Kühlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere Verbundstoff Keramikpartikel und/oder Keramikfasern enthält.
5. Kühlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere Verbundstoff Siliziumcarbid enthält.
6. Kühlkörper nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil von Siliziumcarbid 5,0–50,0 Gew.-%, insbesondere 10,0–30,0 Gew.-% beträgt.
7. Kühlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere Verbundstoff Kunststoffpartikel und/oder Kunststoffasern enthält.

8. Kühlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere Verbundstoff Carbonpartikel und/oder Carbonfasern enthält.

9. Elektronisches Bauteil mit wenigstens einer Leiterplatte und einem Kühlkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Leiterplatte auf den Kühlkörper geklebt oder gelötet ist. 5

10. Elektronisches Bauteil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterplatte eine Keramikleiterplatte ist. 10

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

BEST AVAILABLE COPY

